
UMA CONVERSA COM GERALD HOLTON⁺*

Bernardo Jefferson de Oliveira
Faculdade de Educação – UFMG
Belo Horizonte – MG
Olival Freire Junior
Instituto de Física – UFBA
Salvador – BA

Resumo

O físico Gerald Holton, professor da Universidade de Harvard, tem sido um expoente nas áreas de História da Ciência e de Ensino de Física. Ele foi um dos criadores da chamada abordagem conectiva, na qual contribuições da História e da Filosofia da Ciência, bem como relações entre a Física e outras disciplinas científicas e atividades sociais, são fortemente valorizadas. A mais conhecida realização de Holton, nesse terreno, foi a produção, na década de 1960, do Projeto Harvard de Ensino de Física. Como historiador da ciência, Holton notabilizou-se pela introdução do conceito de “temas” em seus estudos sobre a História da Física, especialmente nos séculos XIX e XX. Seus livros mais conhecidos são: “A imaginação científica” (Zahar, 1979), e “Thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein” (Harvard University Press, 1988). A entrevista foi conduzida por Bernardo Jefferson de Oliveira (UFMG) e Olival Freire Junior (UFBA), na Universidade de Harvard, que também se encarregaram de sua edição e notas.

Palavras-chave: Ensino de Física, História da Ciência, Projeto Harvard, abordagem CTS.

⁺ An interview with Gerald Holton

^{*} *Recebido: agosto de 2006.*
Aceito: setembro de 2006.

Abstract

The physicist Gerald Holton, Professor at the Harvard University, has been an expert in History of Science and Physics Teaching. He was one of the creators of “The Connective Approach”, in which History and Philosophy of Science contributions as well as the relationship between Physics and scientific subjects and social activities are strongly appreciated. Holton’s well-known accomplishment in this area was the production of the Harvard Physics Teaching Project in the sixties. As a Historian of Science, Holton stood out by the concept of “themata”, which was introduced in his studies about the History of Physics in the nineteenth and twentieth centuries. His most well-known books are: “The Scientific Imagination” (Cambridge University Press, 1978) and, “Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler to Einstein” (Harvard University Press, 1988). The interview was conducted by Bernardo Jefferson de Oliveira (UFMG) and Olival Freire Junior (UFBa), at the Harvard University. They were also in charge of its editing and notes.

Keywords: *Physic Teaching, History of Science, Harvard Project, STS approach.*

Logo após a Segunda Guerra mundial, você escreveu artigos sobre Física, átomos e ondas para a enciclopédia "The Book of Knowledge", que foi traduzida no Brasil como Tesouro da Juventude. Como esta experiência de popularização da ciência se relaciona com seu trabalho? Como isso era visto nos círculos acadêmicos da época?

GH – Eu tinha até esquecido de minha participação nessa enciclopédia. Quando, em 1946, recebi o convite para escrever artigos para essa coleção, fiquei bastante contente. Uma publicação semelhante, a Mayer Lexicon, tinha sido muito importante em minha infância. Eu nasci e vivi em Viena até 16 anos, quando os nazistas vieram e minha família mudou-se. Até então, eu ganhava como presente de natal um exemplar daquela enciclopédia que tinha um número novo a cada ano, o que eu adorava. Assim, para mim, foi algo natural participar do *Tesouro da Juventude*.

Os artigos que escrevi sobre acústica e propriedades do som foram depois estendidos e se tornaram meu primeiro livro, *The Story of Sound*, direcionado para jovens leitores. Eu o publiquei com um pseudônimo, pois eu ainda não tinha minha carreira assegurada aqui em Harvard, e não quis arriscar meu emprego colocando meu nome naquele tipo de material. Não era um livro acadêmico, era um livro popular e, numa instituição como esta, você pode estragar sua carreira se você não começa se destacando na pesquisa. Isto foi no final da década de 1940, bem no início de minha carreira. Eu era um instrutor (auxiliar), cujo contrato era renovado ano a ano. Aquele livro continuou sendo publicado por uns 40 anos. Eu escrevi aquele livro em parte porque o tema me interessava, mas também porque eu precisava do dinheiro. Eu estava recém-casado com Nina, com quem, felizmente, ainda estou, e nós tínhamos poucos recursos. O editor fez um adiantamento de 5.000 dólares, o que foi uma grande ajuda financeira.

Você acha que aquele tipo de material (enciclopédia) ainda tem alguma importância na popularização da ciência?

GH – Acho que hoje a educação científica tem que estar presente em todos os canais: televisão, revistas. Parece-me que um dos melhores meios é o que vem sendo largamente utilizado por professores: noticiários sobre ciência, que têm uma grande circulação. Nós necessitamos atrair os jovens aos museus, cooptá-los por todos os meios possíveis, por que quase todos os outros atrativos os distanciam daquilo que concebemos como ciência. Jogos eletrônicos, MTV e vídeos violentos, os levam na direção contrária. Por isso que temos que contratar por todos os meios disponíveis.

Você foi um dos pioneiros do que se chama hoje em dia de “abordagem contextual” no ensino de Física, que você chamava de abordagem conectiva. Você escreveu livros como “Foundations of Modern Physical Science”, para o ensino superior, e o “Project Physics Course”, para o ensino médio. Esta abordagem é amplamente difundida, por exemplo, no projeto “Science for All”. Entretanto, na nova edição do “Project Physics Course”, agora publicado como “Understanding Physics”, você afirma que o objetivo é ensinar ciência para não cientistas na educação superior. O que aconteceu como o projeto de ensino de ciência no ensino médio?

GH – Eu prefiro chamar aquilo de abordagem conectiva, da qual sou um entusiasta, para o ensino de que qualquer ciência; aliás, de qualquer assunto, mesmo em humanidades e ciências sociais. Procurei desenvolver essa abordagem

em meu primeiro livro-texto, publicado em 1952¹. Nessa altura, eu já estava efetivado. Tinha feito muita pesquisa sobre alta pressão, que era o campo de meu orientador, o físico Prêmio Nobel P. W. Bridgman, e estava então suficientemente seguro para publicar um livro didático. Além disso, eu necessitava de material para meus cursos em “general education”. Desde 1945, o então presidente de Harvard, James Conant, buscava implementar a idéia de que deveria haver um curso de introdução geral, com um ano de duração, para cada uma das três áreas – ciências, humanidades e ciências sociais. A idéia era ensinar não aquilo que todo estudante de Física tem que aprender, leis de Newton, átomos etc., mas algo mais abrangente, que mostrasse os vínculos históricos e técnicos, assim como as conexões com as outras ciências vizinhas. Cada aluno tinha que cursar pelo menos um desses cursos, de forma a desenvolver uma visão de mundo científica. Teria tido uma perspectiva ampla e não apenas através das lentes de uma das disciplinas acadêmicas isoladas. Para tais cursos eu defendia que se retomasse as questões iniciais que os gregos já tinham colocado, sobre o sistema solar, por exemplo, o tamanho da Terra, etc. Indagações que não são novas, mas que revelam de onde a ciência iniciou, que tipo de questões levanta, que tipo de ferramentas teóricas movimenta, como as matemáticas e Física valiam para responder tais questões. E fazer isso não somente para Física, mas para Química, Geologia, etc. Nesse caminho, ir de Galileu até Fermi e a energia nuclear. Este foi um livro muito bem sucedido, e foi divertido lecionar isso. Não era por acaso que adotava essa perspectiva. Minha própria educação inicial no Ginásio em Viena, que preparava todo mundo para Universidade, conjugava um pouco de tudo: História, Física, Biologia, Matemática, Literatura. Somente na universidade, após 8 anos de escola, é que se escolhia um dos campos, optando por Medicina, Direito, Arquitetura, ou o quer que seja. Mas, antes, há que ser ter uma extensa preparação. Acho que trouxe um pouco dessa perspectiva para meu livro e meu curso. O próprio Conant incentivava esses cursos com seu exemplo. Mesmo sendo reitor, não deixava de escrever livros desse gênero e de lecionar três vezes por semana. Assim, era lógico que tal livro correspondesse às minhas necessidades como professor e às dos estudantes. O que aconteceu depois foi que aquele trabalho se tornou, por assim dizer, o avô de outros trabalhos similares. Pois, em seguida, em 1958, a editora quis publicar uma nova edição dele, que se chamou *Foundations of Modern Physics Science*, que escrevi com um amigo, H. Duane Roller.

¹ Holton, G. **Introduction to concepts and theories in physical science**. Cambridge: Mass., Addison-Wesley Press, 1952.

No início dos anos 60, a National Science Foundation solicitou minha ajuda na elaboração de um curso desse tipo para o ensino médio, o *Project Physics*², que seguia aquele livro-texto que eu havia escrito para o público universitário. É importante frisar que, aqui nos EUA, os cursos de Física são geralmente no final do ensino médio, quando os estudantes têm 17 anos, e no ano seguinte estarão nas faculdades como calouros. Portanto, o mesmo livro pode se adequar a esses dois públicos. Assim, o *Project Physics*, que tinha sido idealizado para o ensino médio, foi também adotado nas faculdades e foi muito bem até o começo dos anos 70. A cada ano, 200 mil alunos se iniciavam com esse livro, que logo foi traduzido para italiano, chinês, russo, português (traduzido pela Fundação Gulbenkian de Portugal). Diferentemente de outras editoras norte-americanas, proibíamos a simples tradução. Acreditávamos que, em cada país, deveria haver um grupo que o ajustasse à cultura do lugar, seus interesses e níveis de matemática. Assim, cada uma das versões era diferente. E muitas ainda estão em uso na China, no Japão, na Itália. Este foi um dos desdobramentos de meu livro de 1952. Ele foi sendo atualizado e reeditado durante décadas, em co-autoria com meu amigo, o físico e historiador Stephen Brush.

Um outro desdobramento, um novo filhote, tem como título *Understanding Physics*, que está sendo publicado sob os cuidados de uma outra editora, a Springer. O editor de *Project Physics* tinha falido, (algo que os editores têm gostado de fazer), e a publicação havia sido interrompida. Assim, reescrevemos parcialmente e buscamos outra editora. O novo *Understanding Physics* não é direcionado para secundaristas porque esta nova editora não tem distribuidor para esse setor. Nos EUA é muito difícil ser adotado se você não tem um bom esquema de distribuição. Aqui se usa sempre o sistema de venda por catálogo. Mas

² Também conhecido como Harvard Project Physics. Holton, G.; Watson, F. & James Rutherford, F. *Project Physics*, New York: Holt, Rinehart and Winston, 3rd ed., 1981. A versão mais recente desse livro é David Cassidy, Gerald Holton & F. James Rutherford. *Understanding Physics*. New York: Springer, 2002. Sobre a abordagem conectiva, ver G. Holton. "The goals for science teaching," in S. C. Brown, N. Clarke & J. Tiomno (eds), *Why Teach Physics?* Cambridge, MA: The MIT Press, p. 27-44, 1964. Uma tradução condensada desse texto está em J. L. Lewis. *O ensino da física escolar*, v. I, Lisboa: Editorial Estampa, p. 41-56, 1972. Ver também G. Holton, "Da filosofia educacional do Projeto Curso de Física", em *A imaginação científica*, op. cit., p. 246-258. Sobre a influência do Projeto Harvard na educação americana, ver F. James Rutherford, "Fostering the History of Science in American Science Education", *Science & Education*, v. 10, n. 6, p.569-580, 2001.

acredito que a médio ou longo prazo, este livro entrará também no ensino médio, pois pode ser facilmente usado no ensino por jovens professores.

O PSSC, desenvolvido por renomados cientistas sob a liderança do físico Jerrold Zacharias, foi o primeiro programa com investimento de peso do governo norte-americano para o ensino de ciência. No entanto, o programa foi duramente combatido pelos conselhos de educação, que nos EUA são bastante descentralizados, fortes e atuantes, e que tradicionalmente privilegiaram uma abordagem menos teórica e mais próxima do cotidiano dos alunos³. Você e a equipe do “Project Physics” não tiveram que enfrentar o mesmo tipo de oposição?

GH – Não. Diferentemente do PSSC não tivemos reação contrária. O curso do Zacharias foi realmente desenhado para incrementar o surgimento de novos cientistas. Era o tempo da histeria do Sputnik, em que se pensava ser necessário ter mais cientistas que os russos. Cursos e ótimos textos foram elaborados para a formação de futuros físicos, mas o resultado disto é que menos de 4% dos estudantes nos Estados Unidos cursaram PSSC. Foi por isso que a NSF solicitou minha ajuda, para tentar fazer algo mais abrangente, que alcance um público maior, por exemplo, envolvendo as estudantes, que raramente cursavam Física. Tentamos atraí-las incluindo história de mulheres que tinham se sobressaído nas ciências. Acho que tivemos um certo sucesso. Mesmo assim muitos alunos ficaram de fora, pois apenas 20 a 25% dos estudantes daquele período seguiram nosso curso. Mas isso já era um avanço considerável comparado com os 4% do PSSC⁴. Vale a pena ressaltar que aquele programa só funcionou bem enquanto pudemos treinar professores. É enorme a importância do treinamento dos professores, especialmente para adoção da abordagem conectiva. E naquela época se investiu muito nisso. Treinávamos 200 mil professores durante as férias de verão. Em diferentes lugares, professores secundários aprendiam como usar novos materiais e muitos tiveram seu primeiro contato com a História da Ciência, com a Filosofia da Ciência, Ciência Grega, Astronomia e todas essas coisas. Tínhamos que selecionar bastante os professores encarregados destes cursos. Mas, alguns

³ Ver o livro de John Rudolph, *Scientists in the classroom: the cold war reconstruction of American Science Education*. New York: Palgrave, 2002.

⁴ No sistema de ensino secundário norte-americano, os alunos podem escolher entre diferentes disciplinas e muitos nunca chegam a seguir cursos específicos de Física.

anos depois, o governo Nixon cancelou todo o treinamento e tornou impossível a continuação daquele tipo de projeto em grande escala para o ensino secundário.

Aqueles filmes didáticos que vocês produziram na época não foram refeitos nem expandidos?

GH – Cada um desses filmes era muito caro. Na era Sputnik havia dinheiro para isso. O que não há mais hoje em dia. Nós fizemos apenas duas longas-metragens (o PSSC fez muitos), porque a eficácia desses filmes era muito limitada. Em longos períodos no escuro, os estudantes dormiam ou faziam outras coisas, em vez de assistir os filmes. Por isso fizemos apenas duas médias metragem (30 ou 40 minutos). Um deles, sobre pesquisa em alta energia, mostrava como um experimento científico é desenhado e realizado. Este levou dois anos e meio para ser feito e tinha uma equipe que incluía até antropólogos. Ele se chamava “Pessoas e partículas”, um documentário que ganhou muitos prêmios, inclusive um, por engano, de ficção científica. O segundo foi sobre como um físico realiza seu trabalho, e esse foi “O mundo de Enrico Fermi”. Somado a isso fizemos cerca de 50 filmes de 3 minutos, que ainda vêm sendo utilizados em muitas escolas. Esses filmes não têm necessidade de alteração/atualização. A ação recíproca entre corpos em coalizão, como um barco navega contra a corrente, que ângulo deve adotar para chegar a um determinado ponto da outra margem mais rapidamente a seu destino, etc. São filmes que tratam de simples questões de Física com estímulos visuais⁵.

Ao discutir manifestações culturais contrárias à ciência, você ponderou que a alfabetização científica por si não provê imunização contra os maus usos da ciência ou movimentos contra seus valores. Em que sentido a alfabetização científica pode promover a cidadania? Você julga que o ensino de ciências da natureza pode ser mais adequado para esse propósito do que outros tipos de ensino, como Ciência Social, Psicologia, Política ou Literatura?

GH – De forma alguma considero que o ensino de ciências seja algo mais importante do que o de outros conhecimentos na produção de responsabilidade social e compreensão do mundo. As humanidades e Ciências Sociais também têm um lugar proeminente nesse processo.

Mas minha visão é muito próxima dos preceitos de Thomas Jefferson, que julgava não ser possível haver um cidadão efetivo sem uma mente cla-

⁵ Os filmes do Project Physics são agora comercializados pela American Association of Physics Teachers.

⁶ ra . E um dos caminhos para a construção de uma mente clara é a educação científica. Essa é uma das razões: a outra está, obviamente, relacionada com a tecnologia. Metade de todos os campos de atividade em nosso país, e provavelmente em qualquer outro, tem a ver com a tecnologia e a ciência: seja a saúde pública ou energia nuclear, ou que tenha a ver com construções, há sempre algum conhecimento tecnológico; sobre o qual é preciso consultar – o que é e o que não é correto fazer – o cidadão efetivo. O cidadão efetivo deve ser respeitado. Há uma terceira razão, que para mim é igualmente importante. Acho que o público que não tem conhecimento científico suficiente, mesmo que de forma elementar, seja através da educação escolar, seja através de leituras, não é propriamente são. Ele não sabe onde vive, não sabe onde está a Terra ou como ela se move, nem como as coisas interagem. Em outras palavras essa pessoa vê o mundo como algo mágico ou como um enigma. Ou então acredita nas coisas por que foi dito por alguém, e isso não é adequado a uma sociedade democrática. A educação científica não é apenas uma questão de democracia, mas de sanidade social. Alguns vão florescer e outros não, mas nós temos que fazer um esforço. Desde os primeiros dias de escola, com no mínimo uma hora de ciência a cada dia. Quando estes jovens se tornarem pais, saberão como responder certas questões, saberão como direcionar o futuro de seus filhos que estiverem interessados em ciência. Assim, penso que esta terceira razão é igualmente importante, mas isso não às custas do estudo de política e de outras coisas.

Uma vez você escreveu que a unidade da ciência deveria ser construída em torno da Física. Mas, e agora que a Física tem perdido seu prestígio como a maior força no desenvolvimento científico? Como você vê essas mudanças?

GH – Bom, estou no Departamento de Física há muito tempo (e as mudanças são notáveis). Agora, praticamente a metade de meus colegas de departamento tem vínculos também com outros departamentos; com o de Química, de Biologia, de Biologia Molecular, Computação, História da Ciência, como o meu caso, Matemática. Assim, o que foi acontecendo é que esse pessoal, que tinha sido contratado para atuar num campo específico (uma especialidade), no qual era expoente, foi se interessando por outros campos afins. A pesquisa em Física foi se ramificando ou criando novas junções em torno de problemas ambientais,

⁶ Sobre as concepções de Thomas Jefferson sobre a educação em ciências, ver o trabalho de Holton, “The Jefferson Lecture” in *The advancement of science and its burdens*. Harvard University Press, p. 279-304, 1998.

farmacêuticos ou políticos. É o movimento de interdisciplinaridade. Acabo de receber um livro intitulado *Facilitating Interdisciplinary Research*, publicado pela Academia Nacional de Ciências (NAS). Ele levou dois anos para ser elaborado e eu estive no seu comitê de redação, que mostra bons exemplos de trabalhos interdisciplinares. Isso está, de fato, acontecendo. Não é que a Física esteja encolhendo, ela está se desdobrando em muitos outros campos, como em Astrofísica. Sem o auxílio da Física, o *National Institute of Health* não estaria desenvolvendo seu trabalho como está. Eles necessitam de raios x, imagens de ressonância magnética e todas essas coisas. O imageamento por ressonância magnética foi descoberto nesse edifício. Estamos deixando de ser puros físicos. É claro que há os que mantêm um trabalho mais restrito, e isso é fundamental. Mas há, claramente, uma ampliação de interesses, particularmente em direção à Biologia, que tem agora o carisma que a Física teve no após guerra. Tudo bem. É para lá que a vai maior parte do dinheiro governamental e não mais para a Física. Essa é uma das razões que muitos colegas estão trabalhando nesta interface ente Biologia e Física: ali estão os financiamentos.

Essa nova situação e tendências são positivas então?

GH – Ah sim. Tais mudanças têm afetado num bom sentido. Têm trazido estudantes mais interessados, formados numa perspectiva mais conectiva. Talvez já conscientes dos ramos em Matemática, Química, Biologia, etc.; estudantes provavelmente formados por algum curso com abordagem conectiva bem cursado na escola ou na faculdade. Acho que estarão mais preparados se tiverem esse *background*. Não há o que lamentar. Num discurso feito em 2000 para a AAAS, o então presidente Bill Clinton afirmou que o século XX foi o século da Física e o século XXI seria o da Biologia. E foi muitíssimo aplaudido. Eu achei isso simplista e fiquei me interrogando sobre as razões desse aplauso entusiástico. Talvez a maioria da platéia fosse de biólogos (risos).

A departamentalização da universidade não é um obstáculo?

GH – Sem dúvida, a fragmentação em departamentos e os seus protecionismos são obstáculos, mas os indivíduos dentro dos departamentos têm muita liberdade de ensino e pesquisa. Uma vez efetivados, os professores acabam tomando novas direções. Além disso, a nova administração central vem nos últimos anos instituindo diversas vagas/carreiras que não são de um único departamento. Em torno de 70 vagas estão sendo criadas agora aqui na Harvard. Mas não só aqui. O mesmo está ocorrendo em outras universidades. Necessita-se de pessoas para fazer algo semelhante ao que Watson e Crick fizeram: físicos explorando o DNA.

No que diz respeito às mudanças na área de História da Ciência, você tem sido, nos últimos quarentas anos, tanto um protagonista quanto um observador privilegiado. Que mudanças têm sido positivas e quais você acha que foram negativas?

GH – Eu estava iniciando aqui quando Sarton⁷ lecionava História da Ciência, nos anos 40. Nessa época, era o único, ele nem era pago pela universidade, mas por uma fundação de Washington. Harvard nem considerava a existência da História da Ciência. Mas agora temos a *History of Science Society*, que é uma associação bastante ativa, com quatro ou cinco mil membros, muitos congressos, revistas e tudo mais. Muita coisa aconteceu desde a época de Sarton. O que ele queria, no início (eu fiz seus cursos), era que a História da Ciência fosse uma síntese de todo o conhecimento científico. A revista que ele fundou, a *Isis*, tem o nome da figura mitológica egípcia, deusa de toda sabedoria. Sarton tinha um projeto faustiano, que ele nunca teve como finalizar. Começou com a História da Matemática, as origens da ciência e depois as ciências do século XV. Era um belo projeto, mas inatingível. É diferente o tipo de trabalho que vem sendo feito hoje no campo. Acabo de receber o último número da *Isis*. Se você olhar para os números editados na época de Sarton, verá um esforço por grandes sínteses. Se você folhear os números atuais da *Isis*, verá que os artigos são bem específicos. Deixe-me mostrar, como exemplo, este número (95:3, 2004). Os dois principais artigos são “Gênero, política e pesquisa sobre a radioatividade na Viena entre guerras”, escrito por Maria Rentetzi, e “Ciência racial no contexto social,” escrito por Michael Kenny. O primeiro (escrito por uma mulher; na época de Sarton, não havia nenhuma mulher nos EUA que discutisse História da Ciência) é escrito em uma perspectiva feminista. Não é um ultra-feminismo, ela apenas quer examinar como mulheres eram tratadas na ciência naquele período. Um artigo muito interessante, que mostra como elas eram incentivadas, como a política da época, socialista, possibilitava mulheres a terem uma formação universitária e se tornarem cientistas. O segundo artigo, sobre a questão racial na atividade científica, mostra também outra direção, outro contexto, outras conexões. Um tipo de análise que Sarton nunca havia imaginado. Novos autores trazem novas idéias, novas

⁷ O belga George Sarton foi um dos promotores dessa disciplina na primeira metade do século XX. Sobre suas dificuldades em Harvard, quando de sua migração para os EUA, ver James Hershberg. *James B. Conant: Harvard to Hiroshima and the making of the nuclear age*, New York: Knopf, 1993.

abordagens, como essas e também uma busca de outros tipos de sínteses. É muito vivaz, muito atual e algumas pessoas estão fazendo um trabalho maravilhoso.

E tem mais uma coisa, os estudantes que querem fazer bem História da Ciência, os meus orientandos pelo menos, têm também que estudar a fundo alguma ciência, têm que ter ou fazer uma pós-graduação em ciência. Não se deve fazer uma pesquisa sobre a questão do gênero e da radioatividade sem conhecer bastante sobre a radioatividade. Se não estes estudos se tornam manifestos políticos.

Nos últimos anos de sua vida, I. B Cohen estava bastante irritado com as novas tendências e com o abandono de qualquer discussão sobre abordagens tradicionais nos cursos de metodologia de História da Ciência.

GH – De fato, muita gente não o faz seriamente e são insuficientemente conscientes do aspecto científico. Cohen estava irritado com essas pessoas. Eu prefiro falar daqueles que o fazem seriamente e que deverão sobreviver; os outros conseguirão talvez galgar alguns postos, mas seus estudantes se voltarão contra eles, porque nada tem em seu cerne senão política. Felizmente, eles são uma minoria. Poincaré dizia que a melhor maneira para resolver problemas difíceis é paciência: é dar tempo para eles desaparecerem. Eles vão sumir pela sua própria falta de peso.

Como você avalia as tendências contemporâneas na história e no ensino de ciências como o sócio-construtivismo ou a abordagem C-T-S (ciência-tecnologia-sociedade)? Por um lado, parece que você as considera como uma perspectiva pós-modernista que ameaça a cultura científica, mas, por outro lado, parece que elas são bastante próximas de seu trabalho sobre a imaginação científica, sobre a representação pública da ciência, e sobre a inexistência de um programa padrão para o ensino de ciências.

GH – De uma certa forma eu sempre estive interessado no contexto social e com esse tipo de conectividade. Acho que se você quer entender qualquer coisa em História da Ciência, algo como o experimento de Millikan, por exemplo, você precisa conhecer a ciência que se tinha antes. Por que aquela era uma questão importante na época? Que tecnologia que se tinha acesso? Tem que compreender porque se usava determinado equipamento e não os melhores equipamentos que se tinha então em Viena, ultra-microscópios que outros colegas usavam, mas que de certa forma desviavam o olhar para outra direção. Você tem que conhecer a política da época: porque faziam tais experimentos e como, no tempo em que Michelson era seu patrão, o maior físico em Chicago (o primeiro prêmio Nobel americano) e por aí vai. Todas essas coisas são importantes para se com-

preender por que alguns atalhos são tomados. Você tem que conhecer o uso de estatística naqueles anos, para entender porque era tão precária a sua utilização naquela época. Até os anos 40 e 50, ninguém usava estatística em experimentos laboratoriais. Assim, tem que se saber muito, como suas pressuposições, pois pensar em atomismo era mais importante que tudo. O elétron tem que ser assim, não deve haver subelétrons. Ele herdou isso de Benjamim Franklin, que achava que isso era o principal na natureza; que a natureza era feita de elétrons inquebrantáveis. Todos esses tipos de coisas me eram familiares e eu buscava incorporá-las em meu trabalho. Escrevi muitos livros com isso em mente⁸.

O que eu discordo em História da Ciência é quando se afirma que o que o cientista faz nada tem a ver com a natureza, mas simplesmente com questão de carreira profissional, ou de dinheiro, de política, de corporações, e por aí vai. Isso é uma visão estreita. Essas são apenas partes de um grande quebra-cabeças. E há ainda pessoas que vão mais além, como Sandra Harding, que diz, por exemplo, que o *Principia* de Newton é manual de estupro, uma violência, porque essa é a maneira como os homens lidam com a natureza: violando-a. Isso é uma tradução equivocada de Bacon, porque ele fala em inquirir a natureza⁹. Essas pessoas têm sido muito ouvidas. Acho que o que temos que fazer é ter paciência e esperar, porque o que elas estão dizendo não vai durar muito. Eventualmente, elas se arrependem, como Bruno Latour faz agora¹⁰, escrevendo um *mea culpa*, dizendo que todos esses anos estava ensinando aos estudantes que não há certeza em ciência, que tudo é uma questão de opinião, à maneira de Foucault. Ele agora

⁸ Ver o texto de Holton, “Subelétrons, pressupostos e a polêmica Millikan-Ehrenhaft”, em seu livro *A imaginação científica*, op.cit, p. 35-83.

⁹ O livro de Sandra Harding *Whose science? Whose Knowledge? Thinking from women's lives* (Ithaca: Cornell University Press, 1986) é um dos pioneiros na defesa de uma epistemologia feminista.

¹⁰ Bruno Latour foi visto como provocador e iconoclasta sobretudo por seu trabalho etnográfico da prática científica (*A vida de Laboratório* de 1979; edição brasileira de 1997) e pela desconstrução de mitos da ciência, como o de Pasteur (*Les Microbes: guerre et paix*, 1984). Nos últimos anos, entretanto, ele tem procurado reverter essa imagem, afirmando que estava sendo mal compreendido, que sua intenção não era criticar a ciência e os cientistas, mas tentar compreender seu funcionamento em suas múltiplas conjunções, como se pode ver em *Esperança de Pandora* (1999; edição brasileira de 2001) e nas obras subsequentes, como *Políticas da natureza: como fazer ciência na democracia* (Bauru, SP: EDUSC, 2004).

assume que estava errado, afirmando que, ao minar a autoridade da ciência, tornava possível que Bush, em Washington, não acreditasse em aquecimento global ou teoria da evolução. Latour toma crédito disso, eu acho que exageradamente. Acho que Bush pensa contra a ciência sem levar Latour em conta (risos). Acho interessante que Latour escreva que esteve errado todos esses anos, pois acredito que o social construtivismo seria uma forma extrema de conectividade sem levar em conta as demais conexões.

Você descreve o pós-modernismo como uma rebelião romântica contra a racionalidade, mas algumas das principais fontes das tendências relativistas da atualidade nos estudos sobre ciência vêm da própria tradição racional, da reflexão crítica sobre as raízes de problemas contemporâneos. Por que então eles não poderiam ser considerados como um alargamento da razão em vez de um adeus à razão.

GH – Racionalidade é uma palavra excessivamente simples, que não dá conta de tudo que acontece em ciência. Pessoas como o físico P. A. M. Dirac disseram que o mais importante é a beleza de uma equação. Uma questão estética. De fato, a qualidade estética da relatividade especial convenceu muitas pessoas bem antes que um teste fosse possível. E de fato convenceu algumas pessoas apesar dos primeiros experimentos mostrarem que a relatividade estava errada. Nos primeiros anos, os experimentos mostravam que, se a relatividade fosse verdadeira, o elétron não teria massa, ou que a massa não aumentaria conforme predito pela relatividade. Einstein simplesmente não deu atenção a isso. Ele achava que essa bela teoria, quando comparada a outras que só se aplicavam a elétrons, não seria contraditada por tais experimentos, e que Kaufman estava errado. Então, a relatividade sobreviveu a isso, mas não porque estava se apoiando na racionalidade. Ela tinha o apelo de seu amplo escopo, o fato de ser aplicável a quase tudo: da termodinâmica ao eletromagnetismo, como nenhuma teoria antes tinha feito. Maxwell tinha unificado muito da Física: ótica, eletricidade e magnetismo, mas, agora, a mecânica estava ali também, exceto pela gravidade. Assim muitas pessoas, como Wien, Lorentz, abraçaram a relatividade sem qualquer escrúpulo pela ausência de experimentos na época, por causas estéticas. Isso não é racionalidade, é parte do que chamo ‘ciência privada’. Neste estágio, muitas coisas que não são racionais estão presentes. Assim, Einstein sentia estar próximo de um achado, ele dizia: “eu tenho a sensação de estar Tateando. Em Matemática, eu não consigo fazê-lo, mas em Física eu sei como alcançar. Eu não penso em palavras, eu penso em imagens”.

Novamente, não há uma explicação inteiramente racional, pouca gente pode acompanhar. Uma grande parte da ciência nascente não é racional. Mas

depois, quando está estabelecida, quando muitos pesquisadores chegaram à mesma conclusão, aí, então, é irracional não aceitá-la. Um quark, por exemplo, ninguém viu. Mas há tantos meios indiretos de se provar sua existência, que é simplesmente contrário à razão dizer, como faz um historiador da ciência¹¹, que quarks é uma mera questão de carreirismo (negociação profissional). Estou simplificando, mas, em síntese, é isso que Andrew Pickering diz. O tempo vem, é só ter um pouco de paciência. Eu considero que, no âmbito da ciência privada, no primeiro estágio, não há muita racionalidade. Mas, na ciência pública, a racionalidade é o grande componente. O dinheiro e a tecnologia ainda entram em cena, mas a razão é que detém o papel de destaque.

¹¹ Andrew Pickering. *Constructing Quarks: a sociological history of particle physics*. Chicago: University of Chicago Press, 1984.